

## 칡뿌리 섬유의 특성 및 섬유 자원화에 관한 연구(제 2보)

– 칡뿌리 섬유의 펄프화 및 시트 표면 특성 –

조현진<sup>1</sup> · 윤승락<sup>2†</sup> · 황병호<sup>3</sup>

(2011년 5월 31일 접수: 2011년 6월 11일 채택)

## Studies on the Characteristics and Resources of Fiber of Arrowroots(Part 2)

– Sheet surface characteristics and pulping of Arrowroots –

Hyun-Jin Jo<sup>1</sup>, Seung-Lak Yoon<sup>2†</sup> and Byung-Ho Hwang<sup>3</sup>

(Received May 31, 2011; Accepted June 11, 2011)

### ABSTRACT

The applicability of arrowroots as materials for paper manufacture was investigated by evaluating the characteristics of arrowroots pulping and pulps, and the surface characteristics of paper made of arrowroots. The results is as follows.

The yield of grounded pulp, alkaline pulp, grounded bleach pulp, and alkaline bleach pulp are 98.0%, 37.7%, 84.8%, and 32.5%, respectively.

The extraction components in arrowroot's fibers was shown high in 1%-NaOH extraction. The amount of holocellulose and lignin were largely decreased, but a slight decrease was shown in the bleaching processes.

Many shivers were shown in the grounded fibers. The amount of shivers was decreased and the single fibers were increased during the process of bleaching.

The alkaline pulp and the alkaline bleach pulp showed high in the beating time and freeness than the grounded pulp and grounded bleach pulp.

The conditions of sheet surface according to beating time is effected largely by the conditions of original pulp.

---

1 남강제지기술연구소(Namgang Institute of Paper Technology, Jinju, 660-802 Korea)

2 경남과학기술대학교 인테리어재료공학과(Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongnam National University of Science and technology, Jinju, 660-758 Korea)

3 강원대학교 산림바이오소재공학과(Dept. of Biomaterials Engineering, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701 Korea)

† 주저자(Corresponding author): slyoon@gntech.ac.kr

**Keywords:** Arrowroot, Arrowroot fiber, Pulping, Grounded pulp, Alkaline pulp, Sheet characteristic

## 1. 서론

우리나라의 고농서에 나타난 특용작물의 종류와 품종 명을 알아보기 위하여, 고농서별로 기록되어 있는 특용작물을 조사한 결과<sup>1)</sup>에 따르면 특용작물은 섬유원료, 유지원료, 염료원료, 그리고 기호 작물로 대별되고, 특용작물이 기록되어 있는 고농서는 30종이 된다. 그중 섬유원료 작물은 24종이 고농서에 기록되어 있고, 고농서에 기록되어 있는 섬유작물로는 삼(大麻), 목화(木花), 모시풀(간마), 닥나무(楮), 수세미외(絲瓜), 아마(亞麻), 어저귀(靑麻), 인초(茵草), 왕골(莞草), 대가(連莖), 칩(葛)을 포함하여 11가지로 되어 있다고 보고하였다.

11종의 섬유작물 중 칩(*Pueraria thunbergiana* Benth)은 콩과(Legninosae)에 속하는 다년생 낙엽활엽덩굴성 식물로서 지리적으로는 동북아시아의 일본, 중국, 대만, 만주에 분포하고 북미에는 귀화되어 분포하고 있다. 세계적으로 10종이 분포하고 있으며 우리나라에 1종이 서식하고 있다. 전국산야의 표고 100~1,200m 사이의 양지에 자생하는 식물로서 비옥하고 습기가 적당한 곳에서는 번식력이 아주 강한 식물이다

최근 칩뿌리에서 추출된 칩즙과 분말은 건강식품과 건강음료로 각광을 받고 있으며, 여기서 폐기되는 칩섬유는 제지용 원료로 사용 가능한 자원으로 조 등<sup>2)</sup>이 보고 했고, 김 등<sup>3)</sup>은 칩 섬유의 특성 및 제지용 원료로서의 활용방안에 대하여 발표하였다.

1보<sup>2)</sup>에서는 농산 및 산림 폐기물인 칩뿌리 섬유의 잔사를 제지용 원료로서 이용하기 위한 기초 자료를 얻기 위해 칩뿌리의 해부학적, 화학적 특성에 대하여 검토하였다. 칩뿌리 조직을 구성하고 있는 세포는 활엽수재와 동일하였으며, 전분으로 추정되는 영양분을 저장 및 공급하는 기능을 갖고 있는 유세포가 관찰되었다. 섬유는 목질섬유보다 길이가 길어 특수지 용도로서 사용이 가능하며, 칩뿌리에 함유되어 있는 성분은 목재에 비해 추출물 성분이 높고, 전섬유소와 리그닌 함량은 적은 결과를 얻었다.

본 연구에서는 1보<sup>2)</sup>에 이어 칩 뿌리섬유 잔사를 유용하게 이용할 수 있는 방안으로 제지용 원료로서 생산 가능성을 검토하기 위하여 칩 섬유의 펄프화, 펄프 특성 및 sheet 표면 특성에 대하여 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시재료

공시재료는 국내산 칩뿌리로 진주시 K식품에서 파쇄기로 파쇄, 칩즙을 추출하고 난 후의 잔사 섬유를 분양받아 사용하였다.

### 2.2 펄프 제조 및 표백

파쇄펄프는 파쇄, 칩즙을 추출하고 난 후의 잔사 섬유이며, 잔사섬유를 Table 1의 조건에 의해 알칼리펄프를 제조하였으며, 각 펄프는 Table 2의 조건으로 표백하였다.

**Table 1. Cooking conditions of arrowroots by alkali**

NaOH addition(%)	Liquor to wood ratio	Cooking temperature(°C)	Heating time (min)	Cooking time (min)
5	15 : 1	97	30	240

**Table 2. Bleaching conditions of arrowroots fibers**

NaOCl consumption(%)	Temperature(°C)	Time(hr)	Liquor to wood ratio
3	Room temperature	7	15 : 1

### 2.3 섬유 관찰

섬유의 형태는 에틸알콜에 5단계(50, 70, 90, 95, 100%) 탈수 시킨 후 카나다 발삼으로 봉입하여 슬라이드를 제작하여 광학현미경으로 관찰되었다.

### 2.4 섬유 고해

고해는 KS M 7036에 의해 고해시간별 섬유의 분리 형태를 관찰하기 위해 5, 10, 15, 30, 35, 40분간 고해하였고, 시트 표면 특성을 관찰하기 30, 35, 40분간 고해하였다. 펄프의 여수도는 KS M 7024에 의해 측정되었다.

### 2.5 펄프의 성분 분석

추출성분은 냉수온수추출물(KS M 7034), 알코올벤젠추출물(KS M 7035), 1%-NaOH 추출물(KS M 7047)이 측정되었고, 전섬유소(KS M 7064), 리그닌(KS M 7045), 회분(KS M 7033)도 측정되었다.

### 2.6 슈트 제조 및 표면의 현미경 관찰

슈트는 30, 35, 40분 동안 고해 처리한 각 펄프를 KS M 7030에 의해 제조하였다. 각 슈트의 표면은 Digital Microscope(Scalar, DG-2, Japan)에서 200배율로 관찰되었다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 펄프화

파쇄기에 의해 칩 즙을 채취한 잔사는 대부분 섬유질이며 이것을 세척한 섬유를 파쇄펄프라 하였다. 파쇄펄프로 부터 제조된 알칼리펄프, 각 펄프의 표백펄프의 증해 및 표백 수율은 Table 3과 같다.

파쇄펄프는 단지 침뿌리에서 즙을 내고 남는 잔사 즉, 섬유질이기에 때문에 침뿌리 내에 존재하고 있는 섬유가 전부 펄프로 채취되어 펄프 수율은 98.0%이다.

알칼리펄프 수율은 37.7%로 매우 낮았다. 저 농도

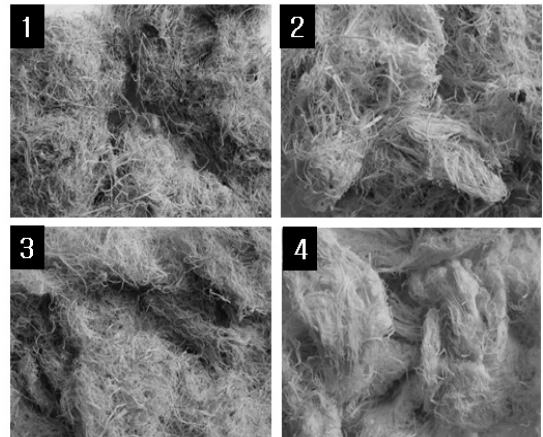
의 알칼리에서 펄프수율이 매우 낮은 것은 헤미셀룰로오스가 분해된 것으로 추정된다.

차아염소산나트륨 표백에 의해 파쇄펄프의 표백수율은 61.4%였고, 알칼리펄프의 표백수율은 86.2%였다. 표백수율을 원 침뿌리를 기준으로 계산된 수율은 Table 3에서와 같이 파쇄표백펄프 84.8%이었고, 알칼리표백펄프 32.5%였다.

파쇄펄프를 표백하면 수율이 98.0%에서 84.4%로 13.6% 감소되었다. 알칼리펄프의 경우는 5.2% 감소되었다. 표백과정에서 파쇄펄프의 표백수율이 낮은 것은 표백제에 의해 분해 및 용해되는 성분이 높고, 알칼리펄프의 경우는 알칼리에 의해 상당량의 성분이 이미 분해 및 용해되었기 때문에 표백제에 의해 분해 및 용해되는 성분이 상대적으로 적었기 때문으로 추정된다.

Fig. 1은 파쇄펄프, 알칼리펄프, 파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프의 섬유사진이다. 이 섬유사진으로부터는 섬유의 형태를 관찰할 수 없고, 각 펄프의 섬유형태에 대해서는 다음 항에서 광학현미경으로 관찰되었다.

최 등<sup>3)</sup>이 발표한 한지의 원료로 사용되는 다나무 인 피섬유의 펄프화에서 알칼리법보다 PA법 및 설포메틸



1:Grounded pulp, 2:Grounded bleach pulp, 3:Alkaline pulp, 4:Alkaline bleach pulp

Fig. 1. Images of each fiber used in this experiment.

Table 3. Effect of pulping method on the yield of fibers

Pulps	Grounded pulp	Alkaline pulp	Grounded bleach pulp	Alkaline bleach pulp
Yield(%)	98.0	37.7	84.8	32.5

화법이 섬유의 해섬이 용이하였고, 탈리그닌도 우수하였다고 보고하였다. 칩뿌리섬유의 펄프화에서 PA법 및 설포메틸화법에 대해서 검토 할 필요가 있다고 사료된다.

김 등<sup>3)</sup>은 칩뿌리의 크라프트 펄핑에서 활성알칼리 농도 20%에서 수율 54.7%, 활성알칼리 농도 25%에서 수율 46.2%, 활성알칼리 농도 30%에서 수율 32.2%라 보고하였다.

### 3.2 칩섬유 펄프의 화학적 특성

칩뿌리, 파쇄펄프, 알칼리펄프, 파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프의 화학 조성분은 Table 4와 같다.

추출성분 중 냉수·온수, Alcohol-benzene 추출물은 알칼리 증해 및 표백 조건에 의해 다량 감소되었다. 알칼리펄프와 알칼리표백펄프는 1%-NaOH 추출물 함량이 파쇄펄프, 파쇄표백펄프보다 적은 량 이었다. 칩뿌리로 부터 알칼리 처리, 표백 처리에 의해 냉수·온수, Alcohol-benzene 추출물이 감소되었고, 1%-NaOH 추출물은 알칼리처리에 의해 다량 감소되었지만 표백처리에 의해서는 소량 감소되었다.

칩뿌리의 냉수, 온수, 1% 알칼리, 알코올-벤젠추출 성분이 알칼리 펄프화 공정에서 분해율이 가장 높았다. 표백공정에서 추출성분의 분해는 파쇄펄프표백에서 높게 나타났지만, 알칼리펄프의 경우는 표백공정에서의 추출성분의 분해는 미미하였다.

칩뿌리 내의 전섬유소의 함유량은 62.4%이었다. 파쇄펄프는 칩뿌리를 파쇄하여 칩즙을 생산한 잔사이기 때문에 대부분 섬유소의 화학적 변화가 일어나지 않아 61.1%로 전섬유소의 량은 변화하지 않았다. 알칼리펄프는 수산화나트륨에 의해 헤미셀룰로오스의 분해가 일어났을 것으로 추정되며, 전섬유소의 양이 28.6%로

약 54%가 분해되었다. 파쇄펄프와 알칼리펄프를 표백하면 파쇄펄프의 전섬유소는 61.1%이고, 표백 후의 전섬유소의 양은 61.3%로서 표백공정에 의한 전섬유소의 변화는 나타나지 않았다.

칩뿌리 내의 전섬유소가 알칼리 증해에 의해 상당량이 분해된 결과가 나타났는데, 그 것은 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스 이외의 성분 즉, 전분<sup>2)</sup>으로 예측되는 성분의 분해율이 높은 데서 비롯된 것으로 추정된다. 칩뿌리 내에 존재하는 전분은 타원형 또는 다각형이며, 편광에서 중심부의 복굴절이 관찰되었고, 젤라틴화 온도 61.0-70.5℃, amylose가 21.7% 함유되어 있다고 Du 등<sup>4)</sup>이 보고하였다.

칩뿌리 내의 리그닌 함량이 16.2%이었다. 파쇄펄프는 리그닌의 화학적 변화는 일어나지 않아 15.4%이다. 알칼리펄프는 수산화나트륨에 의해 리그닌이 분해되어 4.3%로서 약 73%가 분해되었다. 파쇄펄프(15.4%)에서 표백하면 파쇄표백펄프의 리그닌 함량은 9.4%가 되어 약 40%의 리그닌이 분해되었다. 미표백 알칼리펄프(4.3%)에서 표백에 의해 알칼리표백 펄프의 리그닌 함량이 2.0%으로서 약 50%가 분해되었다. 섬유 내 리그닌의 함량 및 분포는 섬유의 유연성과 압축성 향상에 의한 섬유간 결합력 및 결합면적이 증대되어 강도적 성질의 향상을 초래한다고 생각된다.

칩뿌리 내의 회분의 함량은 2%이다. 파쇄펄프와 파쇄표백펄프는 칩뿌리의 회분 함량과과 동일하였다. 화학적 처리를 행한 알칼리펄프에서 약간 감소되었다. 그것은 회분이 무기물이기 때문에 화학약품에 의해 분해될 수 없기 때문이고, 약간 감소된 것은 증해 과정과 세척과정 등에서 약간 손실된 것으로 추정된다. 표백 과정에서도 알칼리 증해 과정과 동일하게 회분 함량의 뚜렷한 감소는 일어나지 않았다.

**Table 4. Chemical characteristics of pulps prepared with arrowroots**

Pulps	Extractives(%)				Holocellulose (%)	Lignin (%)	Ash (%)
	Cold water	Hot water	1%-NaOH	Alcohol-benzene			
Arrowroots	12.4	16.6	38.8	15.6	62.4	16.2	2.0
Grounded pulp	10.4	14.5	35.1	14.0	61.1	15.4	2.0
Alkaline pulp	2.0	2.9	6.0	3.9	28.6	4.3	1.6
Grounded bleach pulp	3.7	8.3	24.8	9.9	61.3	9.4	1.9
Alkaline bleach pulp	0.9	2.0	4.6	3.4	28.7	2.0	1.6

침뿌리 섬유 내의 추출성분은 1%-NaOH 추출성분이 가장 높고, 전섬유소와 리그닌은 알칼리 증해 중에 다량 감소되는 경향을 보이고, 표백공정에서는 크게 감소되지 않았다. 회분 함량의 감소는 알칼리와 표백공정에 큰 영향을 받지 않았다.

### 3.3 고해시간별 섬유유의 분리

침뿌리로 부터 제조된 파쇄펄프, 알칼리펄프, 파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프에 대하여 섬유분리 형태를 검토하기 위하여 5분에서 40분까지 고해하여 광학현미경으로 관찰하였다.

목재섬유로 제조되는 종이(양지)의 펄프 고해는 섬유의 1차벽과 2차벽의 외층을 박피시켜 2차벽 내층을 노출시켜 휘브릴화를 촉진시키는 공정을 의미한다. 그것은 섬유가 물을 흡수하여 세포벽이 팽윤되고 그 관계로 유연도가 향상됨으로서 섬유의 압축성 향상 등의 강도적 성질의 증가 효과를 초래하기 때문이다. 특히, 2차벽 중층 표면의 셀룰로오스가 수소결합에 의해 섬유간 결합력을 증가시키기 때문이다. 휘브릴화가 촉진된 마이크로휘브릴은 섬유간 결합력 향상에 크게 영향을 미친다.

그러나, 한지 제조공정에서의 고해는 증해 후에 목재섬유와 같이 섬유가 분리되지 않고 뭉쳐 있으므로, 이것을 칼 고해기 등을 사용하여 섬유를 단섬유(單纖維)로 분리시키는 것이다. 침섬유의 고해는 한지에서 의 닥섬유의 고해와 동일한 공정이다.

Fig. 2는 파쇄펄프, Fig. 3은 알칼리펄프, Fig. 4는 파쇄표백펄프, Fig. 5는 알칼리 표백펄프에 대한 고해시간별 섬유분리 정도를 촬영한 것이다.

Fig. 2는 파쇄펄프를 5분에서 40분까지 고해하여 섬유의 분리 형태를 관찰하였다. 파쇄펄프를 해리시키기 위해 행해진 고해에서 전체적으로 단섬유화가 일어나지 않고 결속섬유가 대부분 관찰되었다. 그러나 고해시간이 30분부터는 일부의 단섬유화(사진의 화살표시 부분)가 진행되었다. 그 후는 결속섬유가 일부 관찰되었지만 대부분 단섬유화 되었다.

Fig. 3은 알칼리펄프의 고해과정(5분에서 40분까지) 섬유의 분리 형태를 관찰한 것인데, 고해시간 15분 경과 후(사진의 화살표시) 단섬유화가 일어났다. 결속 섬유는 고해 15분에서 관찰되었지만, 그 후의 결속 섬유는 단섬유화가 촉진되었다.

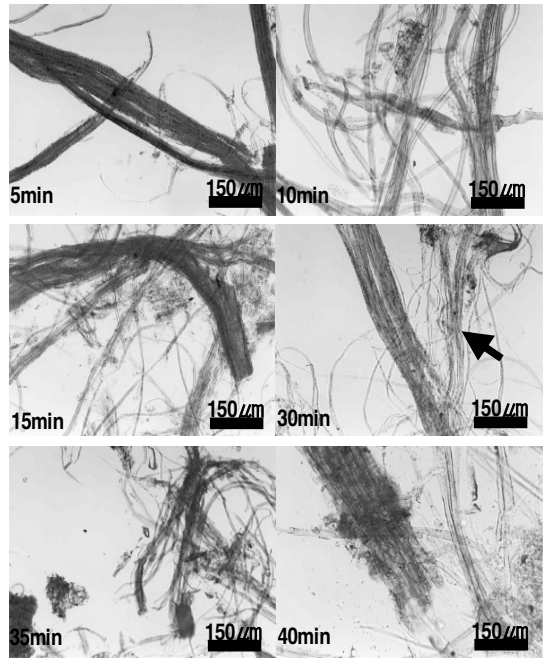


Fig. 2. Effect of beating time on the separated level of fibers prepared with grounded pulping method.

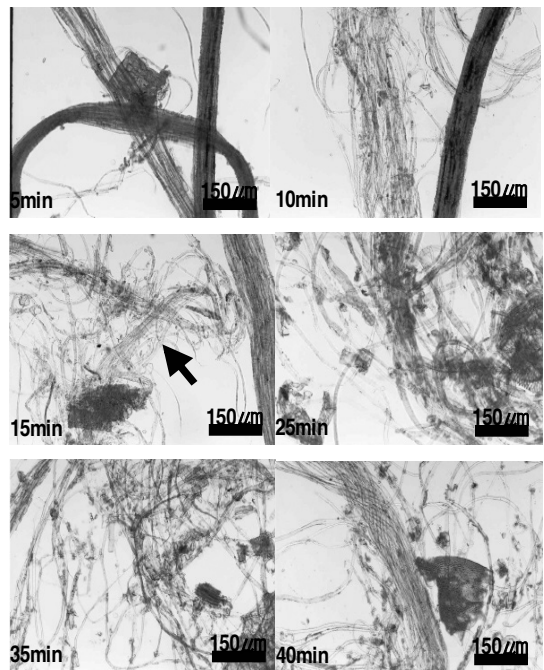


Fig. 3. Effect of beating time on the separated level of fibers prepared with alkaline pulping method.

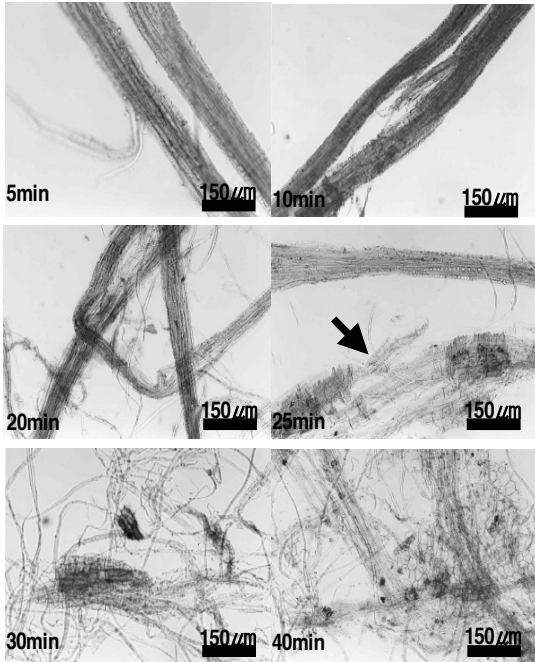


Fig. 4. Effect of beating time on the separated level of fibers prepared with grounded bleach pulping method.

Fig. 4는 파쇄표백펄프의 고해(5분에서 40분까지)에 의해 섬유가 분리되는 형태를 관찰하였다. 고해시간 25분 경과 부터(사진의 화살표시) 단섬유화가 일어났으며, 결속섬유는 고해 20분에서 관찰되었지만, 그 후의 결속섬유는 단섬유화가 촉진되었다.

Fig. 5는 알칼리표백펄프를 5분에서 40분까지 고해하여 섬유의 분리 형태를 관찰하였다. 고해시간 20분 부터(사진의 화살표시) 단섬유화가 일어났다. 결속섬유는 고해 10분에서 관찰되었지만, 그 후의 결속섬유는 단섬유화가 촉진되었다.

미표백, 표백펄프의 동일 고해시간에서 섬유분리 형태를 비교하면 미표백펄프(파쇄펄프, 알칼리펄프)보다 표백펄프(파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프)의 단섬유화가 단시간에 촉진되었다. 특히, 알칼리펄프의 결속섬유는 15분 고해에서 발견되었지만, 알칼리표백펄프의 결속섬유가 고해시간 10분에서 발견되어 표백 처리에 의해 단섬유화가 촉진되었다.

고해시간에 따른 섬유의 분리 형태를 관찰한 결과 파쇄펄프는 고해시간 30분, 알칼리펄프는 25분, 파쇄

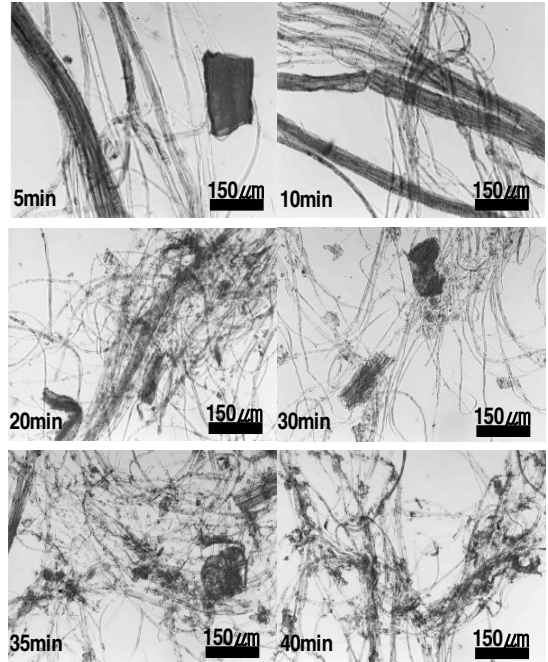


Fig. 5. Effect of beating time on the separated level of fibers prepared with alkaline bleach pulping method.

표백펄프는 25분, 알칼리표백펄프는 20분에 대부분 단섬유화 되었다. 이 결과를 기준으로 강도적 성질을 비교하기 위한 시트는 각 펄프를 고해시간 30분, 35분, 40분 고해한 후 제조하였다.

### 3.4 고해 시간별 여수도 변화

단섬유와 결속섬유의 해리정도는 슈트 형성에 크게 영향을 미치므로 각 펄프의 고해 시간별 여수도를 측정 한 결과는 Table 5와 같다.

파쇄펄프는 고해 시간이 길어지면 여수도도 증가되었다. 알칼리펄프, 파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프 모두 파쇄펄프와 동일하게 고해시간이 길어질수록 여수도가 증가되는 경향을 보이고 있다. 그러나 파쇄펄프와 파쇄표백펄프의 경우는 고해시간에 따라 직선적으로 증가되지만 고해시간 25분에서 약간 낮아지는 경향을 나타내었다.

목재펄프는 고해시간이 증가되면 1차세포벽과 2차세포벽 외층이 파괴되어 소섬유화가 일어나고 미세섬유가 발생된다. 그러나 침섬유의 경우는 단지 섬유분

**Table 5. Effect of beating time on the freeness change of each pulp(unit:°SR)**

Beating time (min)	Grounded pulp	Alkaline pulp	Grounded bleach pulp	Alkaline bleach pulp
5	-	13	23	13
10	-	10	47	19
15	40	15	48	18
20	34	20	52	19
25	31	20	41	29
30	36	27	50	34
35	46	27	60	60
40	51	34	67	57

리에 한정됨으로 세포벽이 파괴되어 미세섬유가 발생되지 않음에도 불구하고 여수도가 증가되는 것은 섬유에 부착되어 있던 전분<sup>2)</sup>이 충전된 유세포 혹은 유세포로부터 분리된 전분이 발생되기 때문으로 추정된다.

펄프종류별로는 전반적으로 알칼리펄프와 알칼리표백펄프의 여수도가 낮고 파쇄펄프와 파쇄표백펄프의 여수도가 높게 나타났다. 그것은 알칼리처리 공정에서 유세포가 분리되어 있는 상태지만 파쇄펄프의 경우는 유세포가 많이 잔존하고 있기 때문으로 생각된다.

김 등<sup>3)</sup>은 참뿌리 KP의 초기 여수도가 510mL CSF (약 25°SR)였지만 고해 3분 정도에 200mL CSF로 저하되었다고 보고하였다.

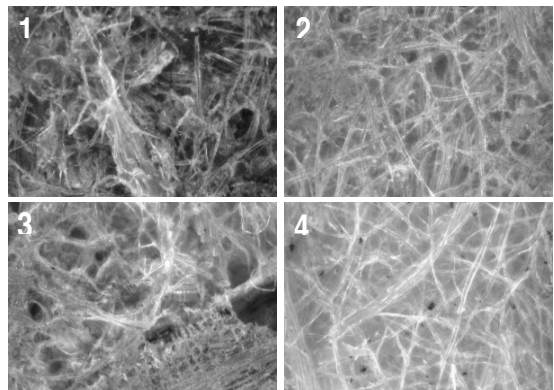
**3.5 시트 표면 특성**

고해시간에 따른 섬유의 분리 형태를 관찰에서 파쇄펄프는 고해시간 30분, 알칼리펄프는 25분, 파쇄표백펄프는 25분, 알칼리표백펄프는 20분에 대부분 단섬유화되었다. 이 결과를 기준으로 강도적 성질을 비교하기 위한 시트는 각 펄프를 고해시간 30분, 35분, 40분 고해한 후 쉬트를 제조하여 각 펄프 시트(Fig. 6, 7, 8)의 표면 상태를 비교 검토하였다.

Fig. 6은 30분간 고해한 파쇄펄프, 알칼리펄프, 파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프의 시트 표면 사진이다. 각 펄프의 시트 표면 형태는 파쇄펄프와 파쇄표백펄프가 비슷하였고, 알칼리펄프와 알칼리표백펄프가 동일하였다. 그것은 초지 전의 섬유 형태와 성상에 관계가 있는 것으로 생각된다. 시트 조직의 치밀도는 알칼리표백펄프가 양호하였다.

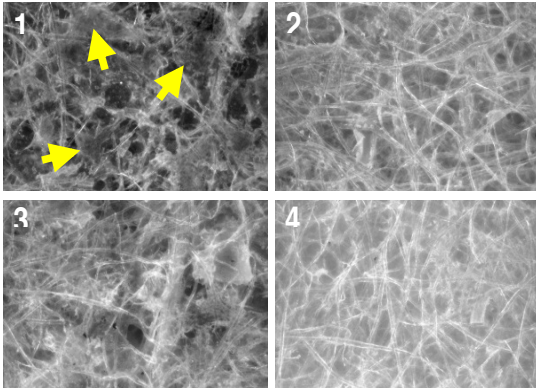
Fig. 7은 35분간 고해한 각 펄프의 시트 표면 사진이다. 각 펄프의 시트 표면 형태는 파쇄펄프와 파쇄표백펄프가 비슷하였고, 알칼리펄프와 알칼리표백펄프가 동일하였다. 그것은 30분간 고해한 펄프의 시트 사진과 같이 시트 초지 전의 섬유 형태와 관계가 있기 때문이다. 한편, 파쇄펄프에서는 비섬유 물질(화살표시 부분)이 발견되었다. 알칼리펄프, 파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프에서는 발견되지 않았기 때문에 그 물질은 증해 및 표백약품에 의해 분해될 수 있는 물질이라고 추정된다. 고해 30분에서 파쇄펄프와 파쇄표백펄프에서는 결속섬유가 관찰되었지만 고해 35분에서는 고해과정 중 단섬유화되어 결속섬유는 발견되지 않았다. 시트 조직의 치밀도는 알칼리펄프와 알칼리표백펄프가 양호하였다.

Fig. 8은 40분간 고해한 각 펄프의 시트 표면 사진이

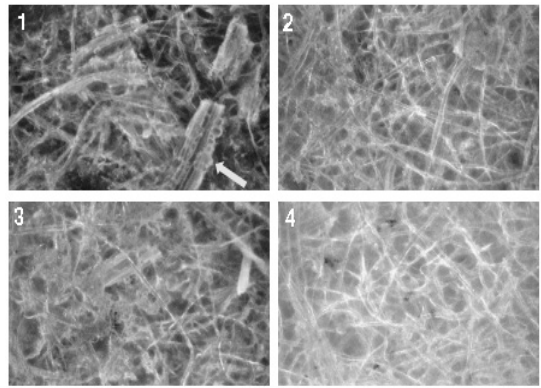


**1: Grounded pulp, 2: Alkaline pulp, 3: Grounded bleach pulp, 4:Alkaline bleach pulp**

**Fig. 6. Appearance of pulp beating for 30 minutes.**



1: Grounded pulp, 2: Alkaline pulp,  
3: Grounded bleach pulp, 4: Alkaline bleach pulp  
Fig. 7. Appearance of pulp beating for 35 minutes.



1: Grounded pulp, 2: Alkaline pulp,  
3: Grounded bleach pulp, 4: Alkaline bleach pulp  
Fig. 8. Appearance of pulp beating for 40 minutes.

다. 각 펄프의 시트 표면 형태는 파쇄펄프와 파쇄표백 펄프가 비슷하였고, 알칼리펄프와 알칼리표백펄프가 동일하였다. 그것은 30분간 고해한 펄프의 시트 사진과 같이 시트는 초지 전의 섬유 형태와 성상 관계가 있기 때문이다. 한편, 파쇄펄프에서 절편(화살표시 부분) 및 결속섬유들이 관찰되었다. 알칼리펄프, 파쇄표백펄프, 알칼리표백펄프에서는 발견되지 않았기 때문에 그 조직은 증해 및 표백공정에서 용해되거나 단섬유화 되었다고 추정된다. 시트 조직의 치밀도도 알칼리펄프와 표백펄프가 양호하였다.

동일 고해시간에서 각 펄프의 시트표면 상태를 검토한 결과, 고해시간에 의해 시트 표면의 상태가 변화하는 것보다 원 펄프의 섬유 상태가 시트 표면의 상태에 크게 영향을 미치는 것으로 관찰되었다. 펄프화에 따라 시트 표면의 차이를 보이고, 표백 유무는 시트 표면의 형태에 크게 영향하지 않았다

### 4. 결론

농산 폐기물인 칩 뿌리섬유 잔사를 유용하게 이용할 수 있는 방안으로 제지용 원료로서 생산 가능성을 검토하기 위하여 칩 섬유의 펄프화, 펄프특성 및 sheet 표면 특성에 대하여 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 파쇄펄프는 단지 칩뿌리에서 즙을 내고 남는 잔사이기 때문에 수율은 98.0%, 알칼리펄프 수율은 37.7%, 파쇄표백펄프 수율은 84.8%, 알칼리표백펄프 수율은

32.5%였다.

2. 칩뿌리 섬유 내의 추출성분은 1%-NaOH 추출성분이 가장 높고, 전섬유소와 리그닌은 알칼리 증해 중에 다량 감소되었고, 표백공정에서는 크게 감소되지 않았다. 회분은 알칼리와 표백공정에 큰 영향을 받지 않았다.

3. 파쇄펄프는 알칼리펄프 보다 결속섬유가 많이 관찰되었고, 알칼리와 표백공정에 의해 결속섬유의 형태가 감소되고, 단섬유의 수가 증가된 것이 관찰되었다. 파쇄펄프는 고해시간 30분, 알칼리펄프는 25분, 파쇄표백펄프는 25분, 알칼리표백펄프는 20분에서 대부분 단섬유화 되었다.

4. 고해시간별 여수도는 알칼리펄프와 알칼리 표백펄프가 낮고 파쇄펄프와 파쇄 표백펄프는 높았다.

5. 고해시간에 의해 시트 표면의 상태가 변화하는 것보다 원 펄프의 섬유 상태가 시트 표면의 상태에 크게 영향을 미치는 것으로 관찰되었다. 펄프화에 따라 시트 표면의 차이를 보이고, 표백 유무는 시트 표면의 형태에 크게 영향하지 않았다

### 인용문헌

1. 장권열, 우리나라의 고농서(제4보)-특용작물의 종류 및 품종(1429-1886), 한국육종학회지 21(2): 149-156(1989)
2. 조현진, 윤승락, 황병호, 칩뿌리 섬유의 자원화에 관



- 한 연구(제 1보)-칫뿌리의 해부학적 및 화학적 특성  
-, 펄프·종이기술 43(1): 57-64(2011)
3. 김철환, 이지영, 곽혜정, 이희진, 백경길, 서정민, 박  
현진, 칫 섬유유의 특성 및 제지용 원료로서의 활용방  
안에 대한 연구, 펄프·종이기술 42(2): 53-60(2010)
4. Du X. F., S. Y. Xu and Z. Wang, The morphology and  
characterization of starch from *Pueraria lobata* Ohwi,  
*International Journal of Food Science and Technology*,  
vol. 37:697-701(2002)
5. 최태호, 조남석, 닥나무류를 이용한 새로운 한지개  
발에 관한 연구(제1보) -해부학적, 화학적 성질 및  
펄프화 특성, 펄프· 종이기술 24(1):32-40(1992)